

Translation

Pat'd PCT/40

14 JAN 2005

PCT/JP2003/009052

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference pf-3197	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP2003/009052	International filing date (day/month/year) 16 July 2003 (16.07.2003)	Priority date (day/month/year) 16 July 2002 (16.07.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 29/78, 21/336, 21/316		
Applicant NEC CORPORATION		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 7 sheets, including this cover sheet.
☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 3 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☒ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 16 July 2003 (16.07.2003)	Date of completion of this report 30 March 2004 (30.03.2004)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International Application No.

PCT/JP2003/009052

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-31 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____ 1-3, 5-25, 27-68 _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____ 4, 26 _____, filed with the letter of _____ 19 December 2003 (19.12.2003)
- ☒ the drawings:
pages _____ 1/16-16/16 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☒ the claims, Nos. _____ 69-71 _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International Application No.

PCT/JP 03/09052

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	9, 12-17, 19-28, 31-33, 35-37, 39, 40, 45, 46, 51-54, 56-64, 67	YES
	Claims	1-8, 10, 11, 18, 29, 30, 34, 38, 41-44, 47-50, 55, 65, 66, 68	NO
Inventive step (IS)	Claims	9, 22-28, 59-64	YES
	Claims	1-8, 10-21, 29-58, 65-68	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-68	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

- Document 1: JP 2001-332547 A (Toshiba Corporation), 30 November 2001, paragraphs [0011] to [0026]; [0063] to [0070]; figs. 3, 5 and 9
- Document 2: US 2001/0023120 A (Yoshitaka Tsunashima), 20 September 2001, paragraphs [0134] to [0143]; fig. 8
- Document 3: JP 2002-184773 A (NEC Corporation), 28 June 2002, entire text; fig. 3
- Document 4: JP 62-118559 A (NEC Corporation), 29 May 1987, entire text
- Document 5: JP 58-93331 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 3 June 1983, entire text

The inventions set forth in claims 1 to 8, 10, 11, 18, 29, 30, 34, 38, 41-44, 47-50, 55, 65, 66 and 68 are disclosed in document 1, and therefore lack novelty and do not involve an inventive step.

The inventions set forth in claims 19 to 21 and 56 to 58 do not involve an inventive step in the light of documents 1 and 2. Document 2 sets forth a method of forming a gate insulating film comprising a metal silicate film, wherein a metal film is formed on top of a silicon oxide film, and after heating, the unreacted metal area is

removed. It would be easy for a person skilled in the art to conceive of applying the technique set forth in document 2 to the invention set forth in document 1, in order to obtain a gate structure with the desired characteristics.

The inventions set forth in claims 12, 31, 45 and 67 do not involve an inventive step in the light of documents 1 and 3. Document 3 sets forth a method of forming an insulating film with a high dielectric constant, wherein a silicon oxide film is formed on a substrate, metal is formed on top of said silicon oxide film, which is then heated to form an insulating film. In this method, the partial pressure of residual oxygen is controlled in order to control the thickness of the silicon oxide film formed on the substrate interface. In the invention set forth in document 1, metal is formed on a silicon oxide film then heated to form an insulating film with a high dielectric constant, therefore the invention set forth in document 1 is understood to also address the problem of controlling the thickness of a silicon oxide film formed at a substrate interface.

It would therefore be easy for a person skilled in the art to employ the technique set forth in document 3 in the invention set forth in document 1, taking said problem into account. Moreover, the values could be optimized by trial and error by a person skilled in the art, therefore specifically limiting these values lacks critical significance.

The inventions set forth in claims 13 and 46 do not involve an inventive step in the light of document 1. It is a known technique in common practice to heat a substrate when forming a film on said substrate, therefore it would be easy for a person skilled in the art to employ

the aforementioned commonly practiced technique in the invention set forth in document 1 in order to control the reaction between the silicon oxide film and the metal film, to form an insulating film with the desired characteristics.

The inventions set forth in claims 14 to 17 and 51 to 54 do not involve an inventive step in the light of document 1. In the invention set forth in document 1, the thickness of a silicon oxide film formed on top of a substrate and the thickness of a metal film formed on top of said silicon oxide film are design features, and could be optimized through trial and error by a person skilled in the art in order to form an insulating film with the desired characteristics, therefore specifically delimiting these thicknesses is not critically significant.

The invention set forth in claims 32 and 33 does not involve an inventive step in the light of documents 1 and 4. Document 4 sets forth a technique of forming a silicon nitride film between a metal oxide film and a polycrystalline silicon electrode in order to prevent reactions at the interface between a polycrystalline silicon electrode and a metal oxide layer. It would therefore be easy for a person skilled in the art to employ the technique set forth in document 4 in the invention set forth in document 1, in order to prevent a reaction between the gate electrode and the gate insulating film.

The invention set forth in claims 39 and 40 does not involve an inventive step in the light of documents 1 and 5. Document 5 sets forth a technique of forming a metal silicate film by reacting a silicon oxide film with metal in a reducing atmosphere. It would be easy for a person

skilled in the art to employ the technique set forth in document 5 in the invention set forth in document 1 in order to obtain a metal silicate film with the desired characteristics.

The invention set forth in claims 35 to 37 does not involve an inventive step in the light of document 1. In the invention set forth in document 1, the thickness of the silicate layer and the thickness of the layer which does not include metal elements are design features, and could be optimized by trial and error by a person skilled in the art in order to form an insulating film having the desired characteristics, therefore it would be easy for a person skilled in the art to stipulate the relationship of the size of these film thicknesses. Moreover, specifically delimiting these film thicknesses lacks critical significance.

With regard to the inventions set forth in claims 9, 22 to 28 and 59 to 64, none of the documents cited in the international search report sets forth a gate insulating film structure, wherein a composition of a metal element in the thickness direction of the film has a composition modulation which is low in the lowermost part and uppermost part in the proximity of the silicon area, and high in the central part, and said feature would not be obvious to a person skilled in the art.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International Application No.

PCT/JP2003/009052

VI. Certain documents cited

1. Certain published documents (Rule 70.10)

<u>Application No. Patent No.</u>	<u>Publication date (day/month/year)</u>	<u>Filing date (day/month/year)</u>	<u>Priority date (valid claim) (day/month/year)</u>
JP 2003-158262 A	30 May 2003 (30.05.2003)	22 November 2001 (22.11.2001)	

[EX]

2. Non-written disclosures (Rule 70.9)

<u>Kind of non-written disclosure</u>	<u>Date of non-written disclosure (day/month/year)</u>	<u>Date of written disclosure referring to non-written disclosure (day/month/year)</u>

特 許 協 力 条 約

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

REC'D 15 APR 2004

WIPO PCT

出願人又は代理人 の書類記号 PF-3197	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO3/09052	国際出願日 (日.月.年) 16.07.2003	優先日 (日.月.年) 16.07.2002
国際特許分類(IPC) Int. Cl ¹ H01L29/78, H01L21/336, H01L21/316		
出願人(氏名又は名称) 日本電気株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で <u>5</u> ページからなる。 <input checked="" type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で <u>3</u> ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。 I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input checked="" type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 16.07.2003	国際予備審査報告を作成した日 30.03.2004	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 大嶋 洋一 電話番号 03-3581-1101 内線 3462	4L 3239

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1-31 ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 1-3, 5-25, 27-68 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 4, 26 項、 19.12.2003 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1/16-16/16 ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出された磁気ディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された磁気ディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列と磁気ディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☒ 請求の範囲 第 69-71 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解		
新規性 (N)	請求の範囲 9, 12-17, 19-28, 31-33, 35-37, 39, 40, 45, 46, 51-54	有
	請求の範囲 56-64, 67	有
	請求の範囲 1-8, 10, 11, 18, 29, 30, 34, 38, 41-44, 47-50, 55	無
	請求の範囲 65, 66, 68	無
進歩性 (IS)	請求の範囲 9, 22-28, 59-64	有
	請求の範囲 1-8, 10-21, 29-58, 65-68	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲 1-68	有
	請求の範囲	無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

文献1: JP 2001-332547 A (株式会社東芝),
2001. 11. 30, 段落番号【0011】-【0026】,
【0063】-【0070】, 図3, 図5, 図9

文献2: US 2001/0023120 A
(Yoshitaka Tsunashima),
2001. 09. 20, 段落番号【0134】~【0143】, 図8

文献3: JP 2002-184773 A (日本電気株式会社),
2002. 06. 28, 全文, 図3

文献4: JP 62-118559 A (日本電気株式会社),
1987. 05. 29, 全文

文献5: JP 58-93331 A (東京芝浦電気株式会社),
1983. 06. 03, 全文

請求の範囲1-8、10、11、18、29、30、34、38、41-44、47-50、55、65、66、68に係る発明は、文献1に記載されているので、新規性、進歩性を有しない。

請求の範囲19-21、56-58に係る発明は、文献1と文献2によって、進歩性を有しない。文献2には金属シリケート膜からなるゲート絶縁膜を形成する方法において、シリコン酸化膜上に金属膜を形成し、熱処理を行った後、未反応の金属領域を除去する技術が開示されている。文献1に記載された発明においても、所望の特性のゲート構造を得るために、文献2に開示された技術を採用することは、当業者が容易になし得たことである。

VI. ある種の引用文献

1. ある種の公表された文書 (PCT規則70.10)

出願番号 特許番号	公知日 (日. 月. 年)	出願日 (日. 月. 年)	優先日 (有効な優先権の主張) (日. 月. 年)
JP 2003-158262 A 「E X」	30. 05. 2003	22. 11. 2001	

2. 書面による開示以外の開示 (PCT規則70.9)

書面による開示以外の開示の種類	書面による開示以外の開示の日付 (日. 月. 年)	書面による開示以外の開示に言及している 書面の日付 (日. 月. 年)
-----------------	------------------------------	--

補充欄 (いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること)

第 V.2 欄の続き

請求の範囲 1 2、3 1、4 5、6 7に係る発明は、文献 1 と文献 3 によって、進歩性を有しない。文献 3 には、基板上にシリコン酸化膜を形成し、該シリコン酸化膜上に金属を形成し、熱処理を行って高誘電率膜絶縁膜を形成する方法において、基板界面に形成されるシリコン酸化膜の膜厚を制御するために、残留酸素分圧を制御する技術が開示されている。文献 1 に記載された発明においても、シリコン酸化膜上に金属を形成し、熱処理を行って高誘電率絶縁膜を形成しているから、基板界面に形成されるシリコン酸化膜の膜厚を制御する課題を有しているものと認められる。

したがって、文献 1 に記載された発明において、前記課題に配慮して、文献 3 に開示された技術を採用することは、当業者が容易になし得たことである。そして、その値は当業者が実験的に最適化し得るものであるから、その値を具体的に限定することに、臨界的意義は認められない。

請求の範囲 1 3、4 6に係る発明は、文献 1 によって、進歩性を有しない。基板上に膜を形成する際に基板を昇温させることは慣用技術であるから、文献 1 に記載された発明において、シリコン酸化膜と金属膜の反応を制御し、形成される絶縁膜を所望の特性とするために、上記慣用技術を採用することは、当業者が容易になし得たことである。

請求の範囲 1 4-1 7、5 1-5 4に係る発明は、文献 1 によって、進歩性を有しない。文献 1 に記載された発明において、基板上に形成するシリコン酸化膜の膜厚および該シリコン酸化膜上に形成する金属膜の膜厚は設計的事項であって、所望の特性を有する絶縁膜を形成するために当業者が実験的に最適化し得るものであるから、それらの膜厚を具体的に限定することに、臨界的意義は見出せない。

請求の範囲 3 2、3 3に係る発明は、文献 1 と文献 4 によって、進歩性を有しない。文献 4 には、多結晶シリコン電極と金属酸化膜の界面の反応を防ぐために、金属酸化膜と多結晶シリコン電極との間にシリコン窒化膜を形成する技術が開示されている。したがって、文献 1 に記載された発明において、ゲート電極とゲート絶縁膜の反応を防ぐために、文献 4 に開示された技術を採用することは、当業者が容易になし得たことである。

請求の範囲 3 9、4 0に係る発明は、文献 1 と文献 5 によって、進歩性を有しない。文献 5 には、還元性雰囲気中でシリコン酸化膜と金属を反応させて金属シリケート膜を形成する技術が開示されている。文献 1 に記載された発明において、所望の特性の金属シリケート膜を得るために、文献 5 に開示された技術を採用することは、当業者が容易になし得たことである。

請求の範囲 3 5-3 7に係る発明は、文献 1 によって、進歩性を有しない。文献 1 に記載された発明において、シリケート層の膜厚および金属元素を含まない層の膜厚は設計的事項であって、所望の特性を有する絶縁膜を形成するために当業者が実験的に最適化し得るものであるから、それらの膜厚の大小関係を規定することは、当業者が容易になし得たことである。また、それらの膜厚を具体的に限定することに、臨界的意義は見出せない。

請求の範囲 9、2 2-2 8、5 9-6 4に係る発明について、ゲート絶縁膜構造において、膜の厚さ方向で金属元素の組成が、シリコン領域近傍の最下部および最上部で低く、中央部で高い組成変調を有するものとすることは、国際調査報告に記載されたいずれの文献にも記載されておらず、当業者にとって自明なものでもない。

請求の範囲

1. 導電領域をシリコン領域から電氣的に絶縁する絶縁膜構造を含む半導体装置であって、前記絶縁膜構造は前記シリコン領域上且つ前記導電領域下に延在し、更に前記絶縁膜構造は少なくとも一種類の熱拡散された金属元素を含むシリコン酸化物からなる少なくとも1つのシリケート領域を含む半導体装置。
2. 前記シリケート領域における前記少なくとも一種類の金属元素の濃度分布は、熱拡散に由来する分布である請求項1記載の半導体装置。
3. 前記絶縁膜構造は、前記少なくとも一種類の金属元素を含まないシリコン酸化物からなる少なくとも1つのシリコン酸化物領域と、前記少なくとも一種類の金属元素の濃度が高い少なくとも1つの金属リッチ領域と、前記シリコン酸化物領域と前記金属リッチ領域との間に位置し且つ前記金属リッチ領域より前記少なくとも一種類の金属元素の濃度が低い前記少なくとも1つのシリケート領域とを含む請求項1記載の半導体装置。
4. (補正後) 前記シリケート領域は、前記少なくとも一種類の金属元素の組成が、前記金属リッチ領域に近づくにつれ増加し且つ前記シリコン酸化物領域に近づくにつれ減少し、一方、シリコンの組成が、前記金属リッチ領域に近づくにつれ減少し且つ前記シリコン酸化物領域に近づくにつれ増加する組成変調を有する請求項1記載の半導体装置。
5. 前記金属リッチ領域は、シリコンを含まない金属酸化物からなる請求項3記載の半導体装置。

20. 前記未反応金属領域は、フッ酸溶液及びアンモニア過酸化水素水溶液の少なくともいずれか1つで除去される領域からなる請求項19記載の半導体装置。

21. 前記絶縁膜構造は、前記未反応金属領域が存在しない状態での熱処理に起因し改質された膜質を有する請求項19記載の半導体装置。

22. 前記絶縁膜構造は、前記少なくとも一種類の熱拡散された金属元素を含むシリコン酸化物からなる第一のシリケート領域と、該第一のシリケート領域より上に位置し且つ前記少なくとも一種類の熱拡散された金属元素を含むシリコン含有絶縁物からなる第二のシリケート領域とを少なくとも含む請求項1記載の半導体装置。

23. 前記シリコン含有絶縁物は、シリコン酸化膜、シリコン酸窒化膜、シリコン窒化膜、及びこれらのうち少なくとも2つの積層構造体のいずれか1つからなる請求項22記載の半導体装置。

24. 前記第一のシリケート領域は、上表面に接する金属層から熱拡散された前記少なくとも一種類の金属元素を含む下地シリコン酸化膜からなり、前記第二のシリケート領域は、下表面に接する前記金属層から熱拡散された前記少なくとも一種類の金属元素を含むシリコン含有絶縁物のキャップ層からなる請求項22記載の半導体装置。

25. 前記キャップ層の膜厚が1nm以下である請求項24記載の半導体装置。

26. (補正後) 前記キャップ層の膜厚が0.5nm以下である請求項24記載の半導体装置。

27. 前記絶縁膜構造は、膜の厚さ方向でのシリコンの組成が、前記シリコン領

半導体装置の製造方法。

68. 前記シリコン領域はシリコン基板からなり、前記導電領域はゲート電極からなり、前記絶縁膜構造はゲート絶縁膜からなる請求項38記載の半導体装置の製造方法。

69. (削除)

70. (削除)

71. (削除)